

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 1 7 5 0 7

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 1 月 2 5 日

(51) Int. Cl. ⁵

E04C 3/04

3/32

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

2118-2E

2118-2E

審査請求 未請求 請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平 4 - 1 7 3 4 0 0

(22) 出願日 平成 4 年 (1992) 6 月 3 0 日

(71) 出願人 0 0 0 2 5 1 8 1 9

鈴木 敏郎

神奈川県横浜市港北区師岡町 1 1 6 0 - 1
2 - 5 2 5

(72) 発明者 鈴木 敏郎

神奈川県横浜市港北区師岡町 1 1 6 0 - 1
2

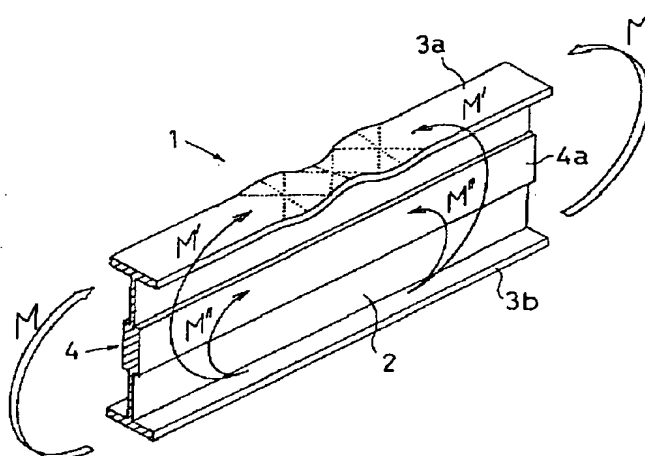
(74) 代理人 弁理士 久門 享

(54) 【発明の名称】 構造部材の補強構造及び補強金具

(57) 【要約】

【目的】 圧縮側フランジの局部座屈に対し、部材中立軸近傍に補強部を設けることで、構造部材としての急激な耐荷能力の低下を防ぎ、かつ安定的な変形性能を確保する。

【構成】 地震荷重等により、H形鋼梁 1 の局部座屈による塑性化が想定される区間について、中立軸近傍のウェブ 2 両面に帯鋼板等からなる補強材 4 a を取り付けて補強部 4 を形成する。圧縮側フランジ 3 a の局部座屈が進むに従って、圧縮側フランジ 3 a の曲げモーメント M に対する耐荷能力が低下して行くが、中立軸近傍に補強材 4 a があることで、補強材 4 a と未だ健全な引張側フランジ 3 b とが低下分の曲げモーメント M' を負担し、構造部材としての急激な耐荷能力の低下を防ぎつつ、圧縮側フランジ 3 a の安定的な変形を可能とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ウェブの両端にフランジを有する構造部材の前記フランジの塑性域を対象とした構造部材の補強構造であって、前記フランジの曲げねじれ変形による塑性化が考慮される区間を含む所定区間について、前記構造部材の部材断面の中立軸近傍に、塑性化による前記フランジの圧縮側フランジの曲げ耐力劣化分を補うための所定断面の補強部を、前記フランジと平行に設けたことを特徴とする構造部材の補強構造。

【請求項 2】 前記補強部は、前記ウェブの両面または片面に取り付けた帯板からなり、該帯板の幅を与える面を前記ウェブの表面に当接させてある請求項 1 記載の構造部材の補強構造。

【請求項 3】 前記補強部は、前記構造部材のフランジが座屈を生ずる可能性のある区間近傍にのみ部分的に設けてある請求項 1 または 2 記載の構造部材の補強構造。

【請求項 4】 前記補強部は、前記構造部材の軸方向両端の所定区間にのみ設けてある請求項 1 または 2 記載の構造部材の補強構造。

【請求項 5】 前記補強部は、前記ウェブ両端のフランジ間に複数、互いに平行に配置されている請求項 1、2、3 または 4 記載の構造部材の補強構造。

【請求項 6】 ウェブの両端にフランジを有する構造部材の前記フランジの塑性域を対象とした構造部材の補強構造であって、前記フランジの曲げねじれ変形による塑性化が考慮される区間を含む所定区間について、前記構造部材の部材断面の中立軸近傍に、塑性化による前記フランジの圧縮側フランジの曲げ耐力劣化分を補うための所定断面の補強材を、前記フランジと平行に設け、さらに前記補強材から前記構造部材の両フランジ間に延びる連結材を設けたことを特徴とする構造部材の補強構造。

【請求項 7】 ウェブの両端にフランジを有する構造部材の前記フランジの塑性域を対象とした構造部材の補強構造であって、前記フランジの曲げねじれ変形による塑性化が考慮される区間を含む所定区間について、前記ウェブの両面または片面に、前記構造部材の両フランジ間に延びる X 字状の補強材を設けたことを特徴とする構造部材の補強構造。

【請求項 8】 前記構造部材は H 形鋼である請求項 6 または 7 記載の構造部材の補強構造。

【請求項 9】 H 形鋼の両フランジ間のウェブに添接される構造部材の補強金具であって、前記 H 形鋼の中立軸近傍に位置する軸方向補強部と、前記 H 形鋼の両フランジ間に延びる連結部とからなることを特徴とする構造部材の補強金具。

【請求項 10】 H 形鋼の両フランジ間のウェブに添接される構造部材の補強金具であって、前記 H 形鋼の両フランジ間に延び、前記 H 形鋼の中立軸近傍で交差する X 字状の形状をなすことを特徴とする構造部材の補強金具。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は、主として梁あるいは曲げが支配的な柱に用いられる H 形鋼等、ウェブの両端にフランジを有する構造部材について、地震荷重等による部材断面の塑性化を考慮した構造部材の補強構造及び補強金具に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 H 形断面梁等の構造部材においては、圧縮側フランジの座屈により部材の耐荷能力が急激に低下するという問題がある。この問題に対しては、大きな曲げモーメントを受ける部分にスティフナーあるいは補強リブを設けて補剛したり、部材として座屈を生じる恐れがある場合に、剛性を上げるための補強リブ等を設けることが一般に行われている。このような従来の補強形態の一例としては、実開昭 5 2 - 6 9 1 1 2 号に示されるようなものもある。

【 0 0 0 3 】 また、特開昭 5 9 - 6 1 6 4 5 号公報には、梁の曲げ耐力を向上させることを目的として、大きな曲げ剛性を必要とする部分のみ、H 形断面部材等の上下フランジ間に溝形断面部材を嵌合し、ボルトで合着したり、フランジとウェブとの隅角部に山形断面部材を合着し、構造部材の外形寸法を増すことなく、構造部材の強度を高めた増強梁の構成方法が開示されている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】 特開昭 5 9 - 6 1 6 4 5 号公報に記載された発明他、従来の構造部材に対する補強の考え方は、梁等、構造部材の曲げ耐力を向上させるものであり、また補強リブによる座屈補剛も行われるが、これは補強リブを所要間隔で設け、座屈長さを短くすることで、強度向上を図ったものである。

【 0 0 0 5 】 しかし、従来の座屈補剛は、大変形により一旦座屈が生じると、構造部材としての耐力が急激に劣化し、構造的に成り立たなくなってしまう場合もあり、構造部材を安定的に変形させ、その塑性変形能力を積極的に活用するという考え方によるものではない。

【 0 0 0 6 】 本発明は上述のような課題の解決を目的としたものであり、圧縮フランジの局部座屈変形による耐力劣化分を、構造部材の部材断面の中立軸近傍に配置した補強部で補う形で、構造部材としての急激な耐力の劣化を防ぎつつ、構造部材の安定的な変形性能を確保しようとするものである。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】 本発明の構造部材の補強構造は、ウェブの両端にフランジを有する梁または柱等の構造部材について、フランジの局部座屈変形を許容しつつ、構造部材の中立軸近傍に設けた所定断面の補強部により、塑性化による圧縮側フランジの曲げ耐力劣化分を補うことで、構造部材としての急激な耐力低下を防止し、かつ部材の塑性変形能力を有効活用するものであ

る。

【 0 0 0 8 】 補強部は、所定の形状、断面を有する補強材を構造部材のウェブに溶接、ボルト接合、接着剤その他により取り付けて形成するものと、予め構造部材と一体的に形成するものとが考えられる。

【 0 0 0 9 】 また、構造部材のウェブに対する補強部の形態としては、フランジの曲げねじれ変形による塑性化が考慮される区間を含む所定区間について、構造部材の中立軸近傍にフランジと平行に設けるもの、フランジと平行に設けた補強部または補強材に加え、両フランジ間を結ぶ（フランジと隙間があく場合を含む）連結部または連結材を設けたもの、両フランジ間に延びる（フランジと隙間があく場合を含む）X字状の補強部または補強材を設けたもの等が考えられ、これらの断面は、圧縮側フランジの塑性化による中立軸の移動に伴い、補強部がフランジの曲げ耐力劣化分を補うのに必要な断面とする。

【 0 0 1 0 】 また、補強材をH形鋼梁、H形断面柱等の構造部材のウェブの両面または片面に取り付ける形式では、構造部材の中立軸近傍に位置する軸方向補強部と、構造部材の両フランジ間に延びる連結部とからなるT字状、H字状等の補強材、あるいは構造部材の両フランジ間に延び中立軸近傍で交差するX字状の補強材等を、それぞれ1つの補強金具として取り扱うこともできる。

【 0 0 1 1 】

【実施例】次に、図示した実施例について説明する。

【 0 0 1 2 】 図1は本発明を構造部材としてのH形鋼梁1に適用した場合の一実施例を示したもので、部材が塑性化し、フランジ（説明及び図面の都合上、仮に上フランジを圧縮側フランジ3 a、下フランジを引張側フランジ3 bとするが、地震荷重その他、交番荷重を考えた場合、一方に限定されるものではない）に局部座屈が生ずると考えられる区間を含む所定区間について、断面の中立軸近傍のウェブ2両面に帯板（帯鋼板）からなる補強材4 aを取り付け、補強部4を形成したものである。

【 0 0 1 3 】 補強材4 aは、H形鋼梁1の圧縮側フランジ3 aが局部座屈を生ずる可能性のある区間近傍にのみ設ければよいが、弾性が維持される区間まである程度入り込む長さとする。

【 0 0 1 4 】 また、本実施例では中立軸近傍の補強部4を構造部材と別体の補強材4 aで形成しているが、同様の断面を一体成形することも可能である。例えば、圧延等で一体成形する場合には、製作上、補強部4を構造部材の部材全長とする場合もあり得る。

【 0 0 1 5 】 図2は補強部4の作用を示したもので、圧縮側フランジ3 aの局部座屈が進むに従って、圧縮側フランジ3 aの耐荷能力が劣化して行くが、中立軸近傍に補強部4があることで、補強部4と未だ健全な引張側フランジ3 bとが低下分の曲げモーメントM'を負担して行く。

【 0 0 1 6 】 図3は図2の関係を局部座屈が生じる断面について示したもので、局部座屈が発生するまでは、断面中立軸のX-X軸回りに曲げモーメントMを負担し、補強部4ではほとんど受け持たない。圧縮側フランジ3 aの耐荷力が低下して行くと、圧縮側フランジ3 aの耐力に見合う曲げモーメントM'はX-X軸回りに上下フランジ3で持ち、低下分の曲げモーメントM''は圧縮側となる補強部4と引張側フランジ3 bとでX'-X'軸回りに負担する。

【 0 0 1 7 】 このようなことから、一例として、上下フランジが対象なH形断面部材で補強材を断面中立軸位置に設けた場合、補強部の断面積A₁（補強材とそれが接する部分のウェブ板を含む）はフランジの断面積A₂に対し、概略次の関係式を満たせばよい。

【 0 0 1 8 】 $A_1 / A_2 \geq 4 | \alpha' / \alpha |$

ここで、 α は部材の弾性勾配、 α' は耐力劣化後の平均的勾配である（図4参照）。

【 0 0 1 9 】 図5は構造部材として、ウェブ1 2の両端にフランジ1 3を有するH形断面柱1 1を考えた場合であり、(a)は補強部がない場合、(b)は中立軸位置のウェブ両面に補強部1 4を設けた場合である。軸力の作用する柱では部材全長ないしは曲げモーメントの大きな材端近傍で補強部1 4を設ければ、前記効果の他、軸力の存在による塑性モーメントの低下分を回復する効果もある。従って、高軸力の柱を設計する場合に、補強材1 4 aとして高強度鋼を利用することは有効である。

【 0 0 2 0 】 図6及び図7は、それぞれH形鋼梁1について、部材の両端に帯板からなる補強材4 aを、帯板の幅方向がH形鋼梁1のウェブ2の上下方向と一致するように取り付けた場合の実施例を示したものである。

【 0 0 2 1 】 一般に、ウェブ2の板厚が薄い場合には、ウェブ2を挟むように平板で補強することは、ウェブ2を健全にする上で効果的である。もちろん、補強材4 aがウェブ2の片側であることはかまわない。

【 0 0 2 2 】 通常、H形鋼梁1は両材端で塑性化することが予想されるので、変形能力に優れた部材として、図6、図7のような、ウェブ2を帯板で補強した形鋼を規格化しておくことも考えられる。

【 0 0 2 3 】 これらの図に示すように、材端部接合のため、補強材4 aの端部をH形鋼梁1の端部面よりわずかに控えるのはかまわない。また、ウェブ2でのボルト接合では接合金具が取り付くため、その分補強材がなくても補強効果は失われない。H形鋼梁1の材端部と補強材4 aの端部との間に隔たりがある場合は、補強材4 aの端部に縦スティフナーを設ける等して、この部分で局部的に破壊しないよう工夫する必要がある。

【 0 0 2 4 】 補強材4 aの幅は最大でもH形鋼梁1の梁せい0. 8倍程度とし、ウェブ2全幅を覆うことは望ましくない。これは部材の塑性変形が圧縮側フランジ3 aの局部変形に大きく依存しており、部材の塑性変形を

大きくするためには、フランジ及びその近傍の局部変形を起きやすくすることも必要だからである。

【0025】補強材4aを添接する長さは、H形鋼梁1のフランジ幅の2～8倍、梁せいの1～3倍程度であり、補強材4aの幅が広ければ長さは短くてよく、幅が狭い場合には長くする必要がある。これはウェブ2の板厚にも関係し、ウェブ2の板厚が薄いほど、補強材4aを長くしないと、力の分担がスムーズに行われない。

【0026】補強材をH形鋼梁のフランジと平行に、2ないしそれ以上の本数設けることも、上下の補強材に挟まれるウェブが健全化するの、効果的補強方法の一つである。

【0027】図8は、H形鋼梁1について、帯板からなる補強材4aを水平に取り付けた場合の実施例を示したものである。ウェブ2から面外方向に突出した帯板の場合は、力がウェブ2から補強材4aにより良く伝わるよう、ある間隔で縦リブ6を設けることは有効である。

【0028】補強材は帯板だけでなく、アングル、チャンネル、T形鋼、その他特に限定されない。図9及び図10は、補強材4aとして、チャンネルを用いた場合であり、図9(a)、(b)はチャンネルの腹でH形鋼梁1のウェブ2を挟んだ場合、図10(a)、(b)はチャンネルのフランジ先端をウェブ2に2箇所止め付けた場合である。止め付け手段は、ボルト接合、溶接等、特に限定されない。

【0029】図11は、本発明のさらに他の実施例を示したもので、補強材24aを部材の短い区間に効果的に設けるために、両フランジ3a、3bの力を中立軸近傍に配置される補強材24aに伝えるべく、両フランジ3a、3bとつながる連結材24bを設けた補強構造としている。両フランジ3a、3bを結ぶ連結材24bは、補強材24aと一体のもので良く、図に示すようにフランジ3a、3bに直接取り付けても、フランジ3a、3bと若干離して取り付けても良い。大きな塑性変形を確保する上で後者が有効となる場合がある。

【0030】図12は、本発明のさらに他の実施例を示したもので、両フランジ3a、3bと補強部34を連結するため、補強材34aをX字状に配置した補強構造としている。この場合X字の交叉部の断面を補強部断面とみなすことができる。

【0031】H形鋼梁1が柱5等の他部材に取付く部材端において、補強材34aは構造部材本体とともに、直接他部材に接合することが望ましいが、直接取り付けられない場合は、他部材に近接して縦スティフナー35を設け、これに付けてもよい。この場合、スティフナー35と部材端との間で先に破壊しない配慮が必要である。

【0032】図12は、X字状の補強材34aを、梁1が取付く柱5のフランジから離して取り付け例である。柱5のフランジと梁1端部の縦スティフナー35との間でフランジ3aの局部座屈が先行して起きないよ

う、この間隔をフランジ3aのフランジ幅より狭くするか、この部分のフランジ3aに変形拘束用のカバープレートを設ければよい。

【0033】上述した図11及び図12の実施例における連結材24bと一体の補強材24a及びX字状の補強材34aは、それぞれ一つの補強金具として取り扱うことができる。

【0034】図13～図15は、同様の補強金具として、鋼板等からなる平板状の補強金具41、42、43の例を示したものである。これらは、ボルト接合、溶接、あるいは接着剤等により、構造部材のウェブ面に取り付けることができる。図13の補強金具41は水平補強材41aの両端に鉛直補強材41bを形成し、H字状としたもの、図14及び図15の補強金具42、43はX字状としたもので、図14の補強金具42に比べ、図15の補強金具43では補強断面を大きくとっている。補強金具41、42、43の端部は、構造部材のフランジから少し離してかまわない。

【0035】図16～図18は、同様の補強金具として、補強される構造部材のウェブの面外方向に突出するリブ補強材からなる補強金具51、52、53の例を示したものである。図16の補強金具51は平行な2本の水平補強材51aと縦方向の複数の鉛直補強材51bとからなり、図17の補強金具52は横V字状の補強材52aと、鉛直補強材52bとからなる。図の右側は他部材のフランジと考えても、これと平行するスティフナーと考えてもよい。また、図18の補強金具53は中央に円筒状部53aを有するX字状の補強金具である。

【0036】図19はアングルを使用したX字状の補強金具61の例を示したもので、図20はチャンネルを使用した水平補強部を有するH字状の補強金具62の例を示したものである。

【0037】図21、図22は本発明の補強構造に関し、梁の数値解析を行ったものである。

【0038】図21は解析モデルを示し、H形鋼梁の断面における高さ400mm、フランジ幅147mm、ウェブ厚6mm、フランジ厚12mm、部材長2000mmとし、以下の4タイプを比較した。

- 【0039】① Oタイプ（降伏点 $\sigma_y = 3.0、5.0、8.0 \text{ t/cm}^2$ の3種類）：無補強
- ② Aタイプ（降伏点 $\sigma_y = 5.0、8.0 \text{ t/cm}^2$ の2種類）： $d_y = (1/3)d$ 、 $t_y = 3t$ 、
- ③ Bタイプ（降伏点 $\sigma_y = 8.0 \text{ t/cm}^2$ ）： $d_y = (1/2)d$ 、 $t_y = 3t$ 、
- ④ Cタイプ（降伏点 $\sigma_y = 8.0 \text{ t/cm}^2$ ）： $d_y = (1/3)d$ 、 $t_y = 5t$ 、

ここで、 d_y は補強材としての帯板の幅、 t_y は帯板の板厚である。

【0040】図22は解析結果であり、縦軸に材端モーメントM、横軸に部材変形角 θ をとっている。グラフ

中、点線が無補強梁（Oタイプ）の荷重変形関係を示し、無補強梁では材料降伏点が上がるとともに、最大耐力以降フランジの局部座屈発生に伴って、急激に耐力劣化する。それに対し、補強梁では変形性能が大幅に改善され、特に高降伏点鋼（降伏点 $\sigma_y = 8.0 \text{ t/cm}^2$ ）において顕著である。

【0041】図23は数値シミュレーションによる梁端部の局部座屈変形の様子を示したもので、(a)が無補強の場合、(b)が本発明において中立軸近傍に補強部を形成した場合である。

【0042】(a)ではフランジの局部変形とともに、ウェブ全体に変形が伝わり、それ程大きな変形にならないのに耐力劣化する。これに対し、(b)ではフランジの局部変形が大きく成長してもウェブ中央部が補強材により健全で耐力劣化につながらない。

【0043】図24～図26は本発明の補強構造に関し、梁の繰返しせん断曲げ実験を行ったものである。

【0044】試験体のH形鋼梁1は、断面における高さ400mm、フランジ幅147mm、ウェブ厚6mm、フランジ厚12mm、部材長2000mmで、鋼材の降伏点 $\sigma_y = 3.83 \text{ t/cm}^2$ である。無補強の試験体と、図24(a)、(b)に示す水平補強材4a（幅70mm、板厚22mm）をウェブ2の両側に接合した試験体について、正負交番の変形制御による漸増繰返し载荷による実験を行った。

【0045】図25は無補強の試験体、図26は補強した試験体の試験結果を示したもので、グラフの縦軸は材端部曲げモーメント $M = QL$ を全塑性モーメント M_p で無次元化したもの、横軸は部材変形角 θ を塑性変形角 θ_p で無次元化したものである。

【0046】無補強の梁では、図25に示されるように、第3ループでの矢印で示す点で局部座屈が発生し、それとともに、耐力は低下し、荷重の繰返しとともに、ループは縮小して行く。

【0047】補強梁では、図26に示されるように、同じく第3ループでの矢印で示す点で局部座屈が発生したが、それにもかかわらず耐力は上昇して行き、荷重の繰返しに対しても安定したループを描いている。

【0048】図27、図28は本発明の補強構造に関し、柱の一定軸力せん断曲げ実験を行ったものである。

【0049】図27(a)、(b)は試験体及び载荷方法を示したもので、試験体としては、高さ150mm、フランジ幅150mm、ウェブ厚9mm、フランジ厚12mm、長さ1200mm、部材の降伏点 $\sigma_y = 2.74 \text{ t/cm}^2$ のH形鋼を用いた。このH形断面柱11としての試験体の断面中立軸に関し、ウェブ12の両側に、補強材として板厚9mmのX字状の補強材41を溶接で取り付けた。なお、X字状の補強材41の端部と、H形断面柱11の両フランジ13a、13bとの間には若干の隙間が形成されている。この試験体と無補強の試験体について、一定

軸力 P （柱断面積 $\times 0.3\sigma_y$ ）のもと、せん断荷重 Q を作用させ、柱頭水平変形 δ を求めた。

【0050】図28は試験結果を示したもので、図28のグラフにおいて、縦軸はせん断荷重 Q を Q_p （部材端が全塑性モーメントとなる際の荷重）で無次元化し、横軸は柱頭水平変形 δ を δ_p （ Q_p における変形）で無次元化している。

【0051】実線が本発明の補強を行った場合であり、破線が無補強の場合である。図に示されるように、無補強の柱では最大荷重以後、端部のフランジ局部座屈発生に伴って急激に耐力が劣化するのに対し、本発明の補強材41を取り付けた柱では急激な耐力劣化は相当遅れて発生する。

【0052】

【発明の効果】

① 構造部材の圧縮側フランジの局部座屈に対し、中立軸近傍に設けた補強部が耐荷能力の低下分を負担することで、構造部材としての急激な耐力低下が抑制され、構造部材全体としての崩壊を有効に防止することができる。

【0053】② 補強部を構造部材の中立軸近傍に設けることで、補強部が初期の応力変形状態にほとんど関与せず、設計を複雑にすることがない。

【0054】③ 梁や柱等の材端部に適用した場合には、圧縮側のフランジの座屈に伴う耐荷能力の低下を補うとともに、安定的な変形を可能とし、材端部における塑性変形能力を有効活用することができる。

【0055】④ 構造部材のウェブに補強材を取り付ける形式では、既設構造物の構造部材にも適用することができる。

【0056】⑤ 補強材を1つの補強金具として製作することで、大量生産によるコスト低減、品質の向上が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す斜視図である。

【図2】圧縮側フランジに局部座屈が発生した場合の本発明における補強材の作用を説明するための斜視図である。

【図3】局部座屈が生じる断面における補強材の作用を説明するための模式図である。

【図4】構造部材の弾性勾配と、耐力劣化後の勾配との関係を概略的に示したグラフである。

【図5】H形断面柱における補強部の作用を説明するための図であり、(a)は補強部がない場合、(b)は中立軸位置のウェブ両面に補強材を設けた場合である。

【図6】本発明をH形鋼梁に適用した場合の一実施例を示したもので、(a)は側面図、(b)は正面図である。

【図7】本発明をH形鋼梁に適用した場合の他の実施例を示したもので、(a)は側面図、(b)は正面図である。

【図8】本発明をH形鋼梁に適用した場合のさらに他の

実施例を示す斜視図である。

【図 9】補強材としてチャンネルを用いた場合の一実施例を示したもので、(a) は正面図、(b) は鉛直断面図である。

【図 10】補強材としてチャンネルを用いた場合の他の実施例を示したもので、(a) は正面図、(b) は鉛直断面図である。

【図 11】本発明のさらに他の実施例を示す斜視図である。

【図 12】本発明のさらに他の実施例を示す斜視図である。 10

【図 13】本発明の補強金具の一実施例を示したもので、(a) は正面図、(b) はその A - A 断面図である。

【図 14】本発明の補強金具の他の実施例を示したもので、(a) は正面図、(b) はその B - B 断面図である。

【図 15】本発明の補強金具のさらに他の実施例を示したもので、(a) は正面図、(b) はその C - C 断面図である。

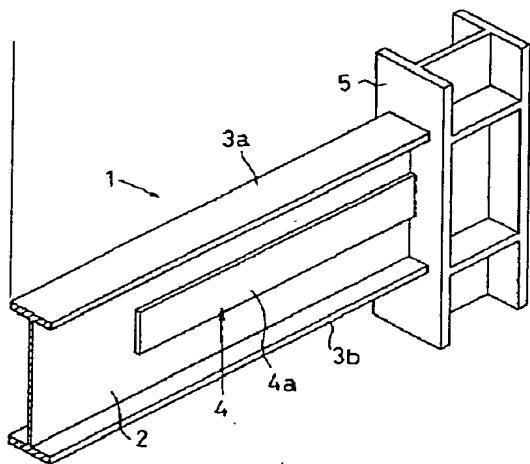
【図 16】本発明の補強金具のさらに他の実施例を示したもので、(a) は正面図、(b) はその D - D 断面図である。 20

【図 17】本発明の補強金具のさらに他の実施例を示したもので、(a) は正面図、(b) はその E - E 断面図である。

【図 18】本発明の補強金具のさらに他の実施例を示したもので、(a) は正面図、(b) はその F - F 断面図である。

【図 19】本発明の補強金具のさらに他の実施例を示したもので、(a) は正面図、(b) はその G - G 断面図、(c) は平面図である。

【図 1】



【図 20】本発明の補強金具のさらに他の実施例を示したもので、(a) は正面図、(b) はその H - H 断面図、(c) は平面図である。

【図 21】本発明の補強構造に関する梁の数値解析における解析モデル図である。

【図 22】図 21 の解析モデルに対応する荷重変形関係の解析結果を示すグラフである。

【図 23】数値シミュレーションによる梁端部の局部座屈変形の様子を示したもので、(a) は無補強の場合の変形図、(b) は本発明の補強構造の場合の変形図である。

【図 24】本発明の補強構造に関する梁の繰返しせん断曲げ実験に用いた試験体を示したもので、(a) は正面図、(b) は補強部の断面図である。

【図 25】梁の繰返しせん断曲げ実験における無補強梁の試験結果を示すグラフである。

【図 26】梁の繰返しせん断曲げ実験における補強梁の試験結果を示すグラフである。

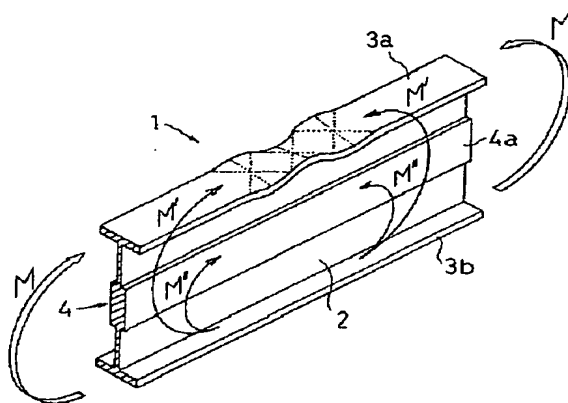
【図 27】柱の一定軸力せん断曲げ実験に用いた試験体を示したもので、(a) は正面図、(b) は補強部の断面図である。

【図 28】柱の一定軸力せん断曲げ実験における試験結果を示すグラフである。

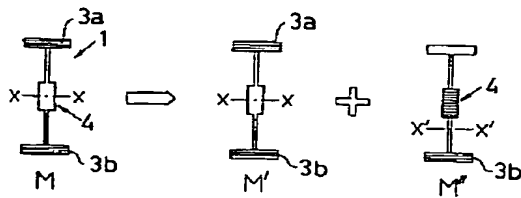
【符号の説明】

1…梁、2…ウェブ、3 a…圧縮側フランジ、3 b…引張側フランジ、4…補強部、4 a…補強材、5…柱、6…縦リブ、1 1…柱、1 2…ウェブ、1 3…フランジ、1 4…補強部、1 4 a…補強材、2 4 a…補強材、2 4 b…連結材 2 4 b、3 4…補強部、3 4 a…補強材、3 5…縦スティフナー、4 1、4 2、4 3、5 1、5 2、5 3、6 1、6 2…補強金具、 30

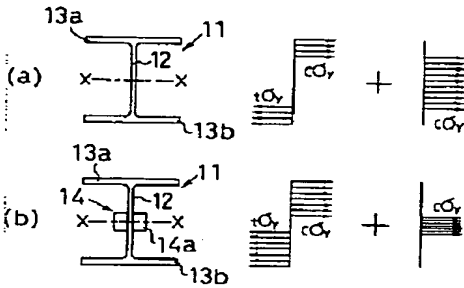
【図 2】



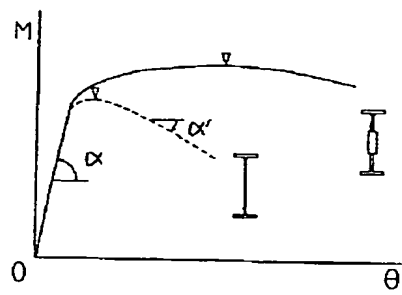
【図 3】



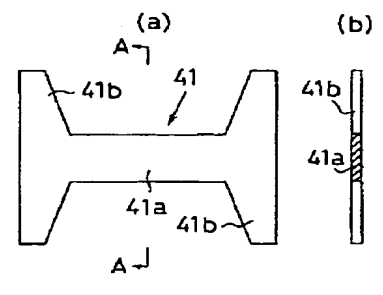
【図 5】



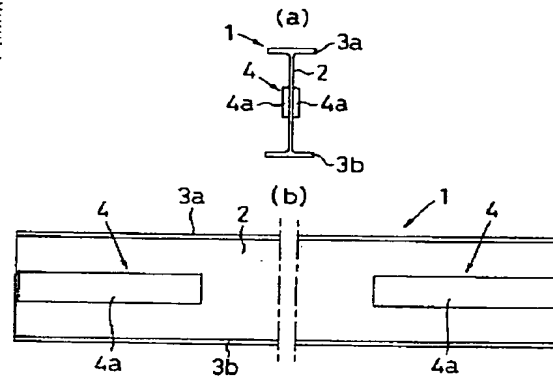
【図 4】



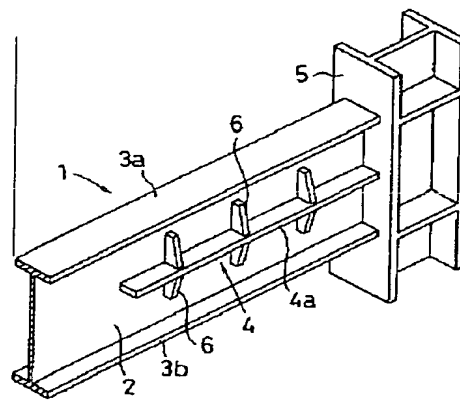
【図 13】



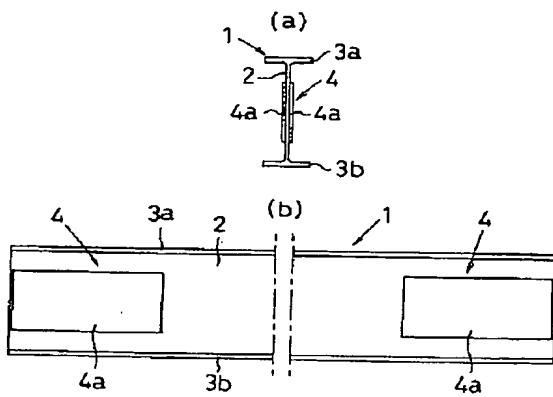
【図 6】



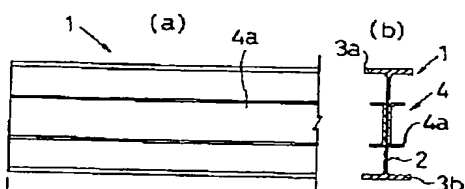
【図 8】



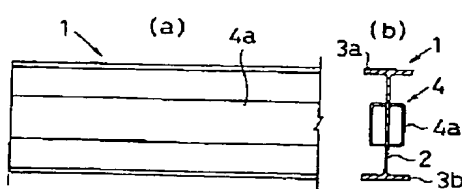
【図 7】



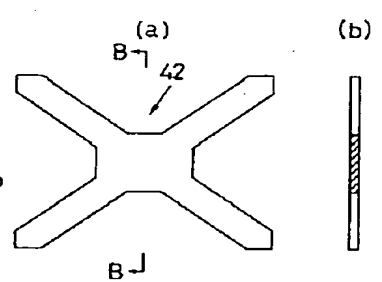
【図 9】



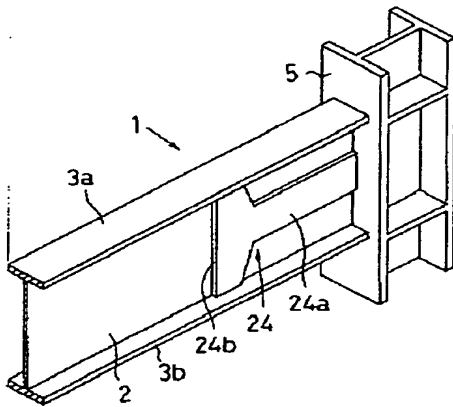
【図 10】



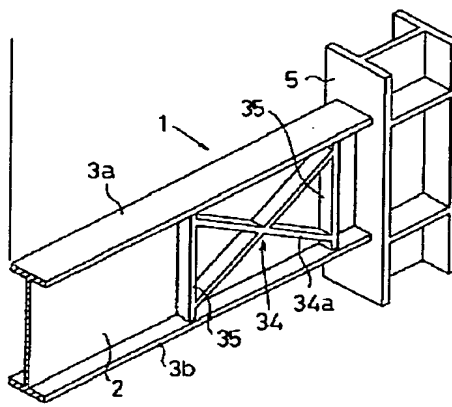
【図 14】



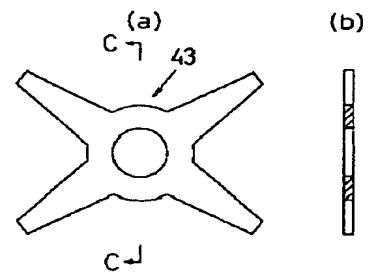
【図 11】



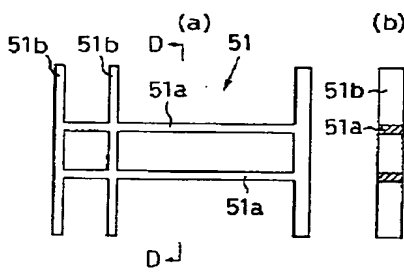
【図 12】



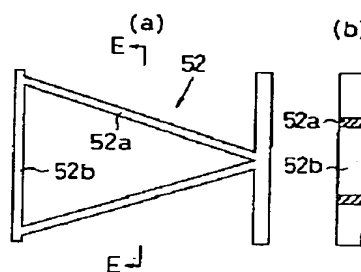
【図 15】



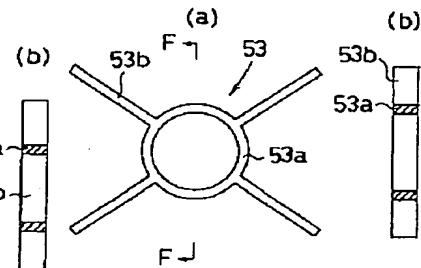
【図 16】



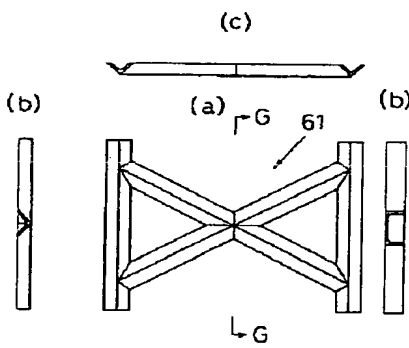
【図 17】



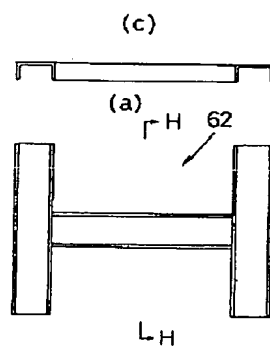
【図 18】



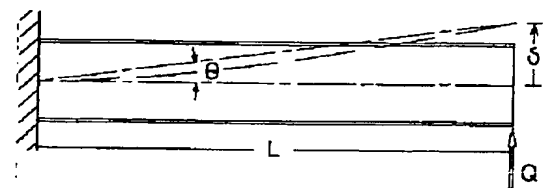
【図 19】



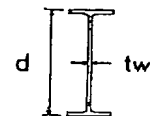
【図 20】



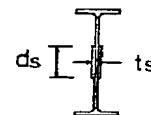
【図 21】



O Type



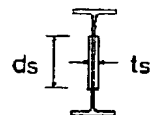
A Type



$$ds = 1/3 \cdot d$$

$$ts = 3 \cdot tw$$

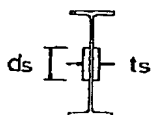
B Type



$$ds = 1/2 \cdot d$$

$$ts = 3 \cdot tw$$

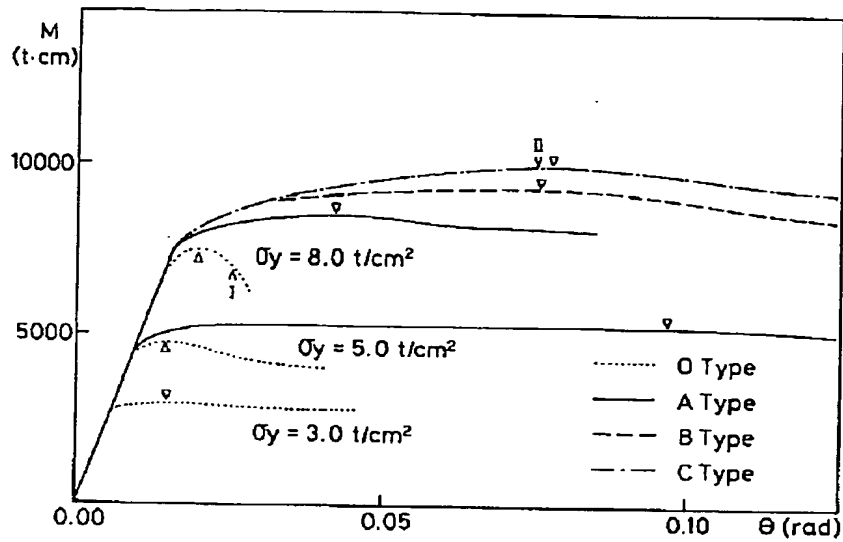
C Type



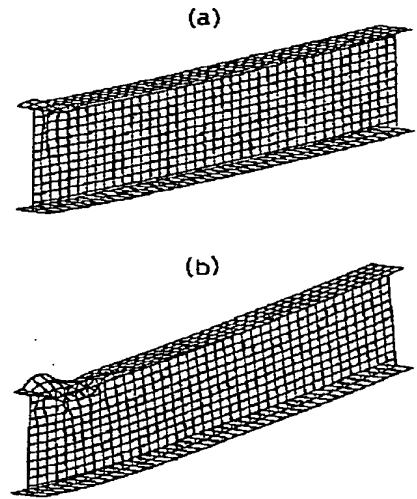
$$ds = 1/3 \cdot d$$

$$ts = 5 \cdot tw$$

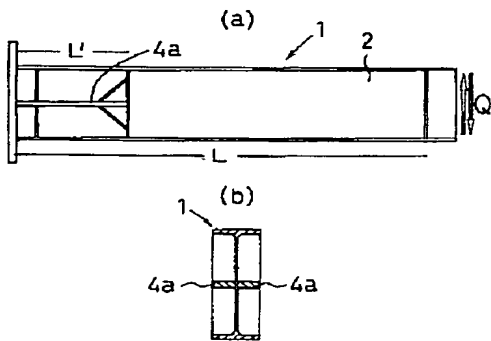
【図 2 2】



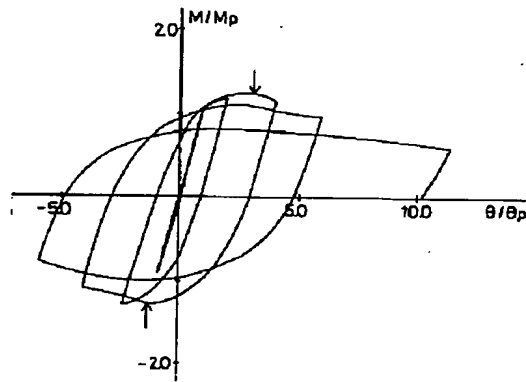
【図 2 3】



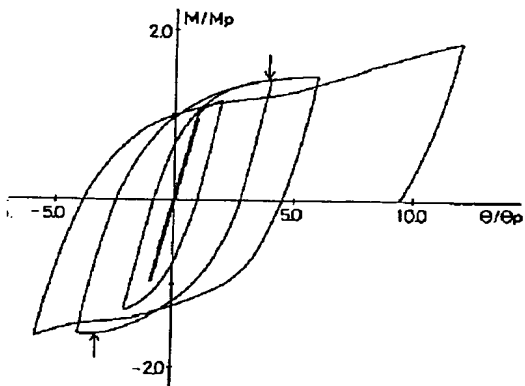
【図 2 4】



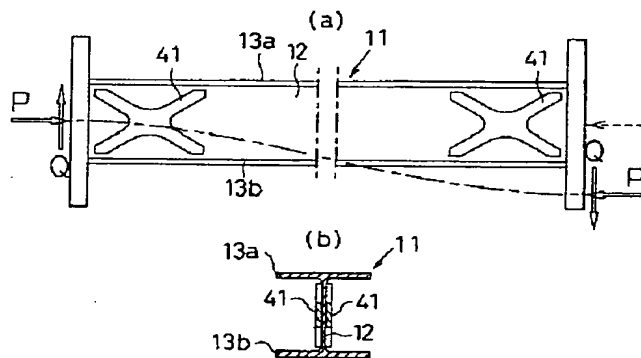
【図 2 5】



【図 2 6】



【図 2 7】



【 図 2 8 】

